

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Кутек Тамара, Ахметов Рустам, Набоков Юрій

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Анотації:

У статті розглядається можливість підвищення ефективності управління багаторічним навчально-тренувальним процесом кваліфікованих стрибунів у висоту з розбігу на основі розробленої нової методики кількісної оцінки якості тренувальної програми. Запропонована методика базується на підвищенні надійності, інформативності окремих тестів і системи комплексного контролю в цілому, на широкому використанні сучасного математичного апарату, що дозволяє не тільки успішно вивчати тренувальний процес, але й прогнозувати його.

Ключові слова:

управління, факторний аналіз, параметри спортсменів, прогноз результативності

The paper deals with the possibility of increasing the efficiency of development of many years' standing study-and-training process of athletes of speed-and-strength kinds of sports by means of development of new methods of qualitative evaluation of training program. The introduced methods are based on the increase of reliability and information content of separate tests as well as complex control system in general, on the extensive use of the modern mathematics apparatus, which helps not just to study the training process successfully, but also to forecast it.

management, factor analysis, athletic features, efficiency prognostication

В статье рассматривается возможность повышения эффективности управления многолетним учебно-тренировочным процессом квалифицированных прыгунов в высоту с разбега на основании разработанной новой методики количественной оценки качества тренировочной программы. Предложенная методика базируется на повышении надежности, информативности отдельных тестов и системы комплексного контроля в целом, на широком использовании современного математического аппарата, что позволяет не только успешно изучать тренировочный процесс, но и прогнозировать его.

управление, факторный анализ, параметры спортсменов, прогноз результативности

Постановка проблеми. Кількісна оцінка ефективності навчально-тренувального процесу є однією з найважливіших завдань теорії і практики сучасного спорту. Ця проблема стимулює фахівців продовжувати науковий пошук ефективних методик оцінки навчально-тренувального процесу, що в значній мірі сприятиме більш якісному управлінню підготовкою спортсменів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Динаміка підвищення спортивних результатів у значній мірі є результатом удосконалення організації процесу тренування [6]. Велике значення для ефективності спортивного тренування має правильне управління ним [5; 8; 9]. Науково обґрунтоване управління неможливо здійснити лише на основі аналізу планів підготовки спортсменів, без здійснення прогнозу результативності, корекції навчально-тренувального процесу, згідно індивідуальних особливостей спортсменів, без застосування сучасних спортивних технологій [1; 2; 7–9].

У зв'язку з цим, дослідження є актуальним, оскільки воно спрямоване на вдосконалення управління тренувальним процесом спортсменів на основі підвищення надійності, інформативності окремих тестів, системи комплексного контролю в цілому та широкого використання сучасного математичного апарату, який дозволяє не тільки успішно вивчати тренувальний процес, але й прогнозувати його [3; 4; 7; 9].

Мета дослідження. Розробка нової методики кількісної оцінки ефективності навчально-тренувального процесу кваліфікованих стрибунів у висоту з розбігу.

Методи та організація дослідження: аналіз та узагальнення спеціальної науково-дослідної літератури; вивчення накопиченого досвіду роботи ведучих фахівців з управління системою підготовки стрибунів у висоту з розбігу різного віку і кваліфікації, з використанням деяких результатів багаторічних наукових досліджень автора. спостереження за роботою кращих тренерів України; математичні методи (векторний аналіз у багатовимірному евклідовому просторі, теорія матриць, сингулярні числа та спектральні представлення, дисперсійний та факторний аналіз у математичній статистиці, функціонально-програмне забезпечення вирішення математичних задач на базі сучасного пакету прикладних програм типу Matlab).

Дослідження було проведено у два етапи. Перший етап був присвячений вивченню теоретичних аспектів стану проблеми, вивченню спеціальної науково-методичної літератури, узагальненню досвіду підготовки кваліфікованих стрибунів у висоту з розбігу, аналізу документальних матеріалів із тренувальної та змагальної діяльності, визначенню найбільш інформативних параметрів спортивної підготовки та динаміки їх розвитку.

Другий етап був присвячений розробці нової методики оцінки ефективності тренувального процесу на основі статистичного прогнозу результативності спортсменів. Для розробки методики оцінки ефективності тренувального процесу було досліджено групу стрибунів у висоту віком 10–17 років (тренер – І. В. Лонський).

Для проведення дослідження було враховано наступні параметри спортсменів:

1. Спортивний результат (Цільова функція) (1).

Соматичні параметри (2-3):

2. Довжина тіла.
3. Маса тіла.

Параметри технічної підготовленості (4–9):

4. Швидкість розбігу перед відштовхуванням.
5. Швидкість вильоту ЗЦТТ (в момент відштовхування).
6. Кут вильоту ЗЦТТ.
7. Тривалість фази відштовхування.
8. Висота вильоту ЗЦТТ.
9. Ступінь використання силових можливостей при відштовхуванні (%).

Параметри спеціальної фізичної підготовленості (10-15):

10. Біг – 30 м (с).
11. Швидкість спринтерського бігу (10 м з ходу).
12. Стрибок вгору з двох ніг з місця.
13. Стрибок у довжину з двох ніг з місця.
14. Стрибок вгору з поштовхової ноги, махом другої.

15. Стрибок вгору з трьох кроків розбігу.

Ранжування вказаних параметрів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Ранжування 15 параметрів спортсменів

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	9	5	3	15	4	10	11	7	6	14	2	12	13	1

Примітка. 1 рядок – порядковий номер, 2 рядок – номер параметру з 1–15

Статистичні характеристики спортивних параметрів для групи стрибунів у висоту були розраховані на основі програми факторного аналізу fakPS [1]. Також було використано програму регресійного аналізу і прогнозу результативності спортсменів corr2din [2] для отримання і аналізу ОДХР (оперативної динамічної характеристики результативності) (рис. 1, 2), тобто ефективності навчально-тренувального процесу.

Результати регресійного аналізу ОДХР і порівняльний аналіз ефективності навчально-тренувального процесу

Програма РЕГРЕСІЯ_1д (corr2din)

Статистичні ПАРАМЕТРИ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУ:

Ім'я файлу даних: g015_9.dat

Кількість параметрів Nmax=15

Кількість вікових груп Mmax= 8

Вих. дані (15 параметрів) з урахуванням тривалості тренування (8 років)

1=> 131.25 148.08 162.67 175.08 186.92 197.50 204.25 209.92

2=> 150.67 154.00 158.83 163.17 169.67 174.75 180.75 186.42

3=> 36.17 39.67 43.08 47.08 51.17 57.58 63.25 68.42

4=> 4.79 5.15 5.53 5.84 6.02 6.34 6.74 7.15

5=> 3.43 3.67 3.98 4.22 4.44 4.83 5.18 5.47

6=> 51.42 51.74 52.06 52.35 52.59 53.19 53.98 54.88

7=> 258.33 236.67 224.17 212.50 205.83 196.67 185.00 171.67

8=> 46.58 55.58 65.50 71.33 77.08 82.58 88.33 92.58

9=> 11.82 13.64 15.01 16.48 18.05 19.61 21.14 22.95

10=> 5.05 4.83 4.61 4.41 4.27 4.13 4.00 3.88

11=> 6.92 7.24 7.54 7.81 8.07 8.32 8.63 8.95

12=> 40.50 45.58 51.08 57.08 64.17 70.83 77.50 83.50

13=> 188.17 200.83 212.25 222.83 233.92 251.08 266.75 283.50

14=> 34.50 40.67 48.08 53.42 58.50 63.67 68.25 72.25

15=> 43.83 52.50 62.00 67.83 74.00 79.92 86.08 90.25

Програма RegRNm-din

Код ланцюга: T5o(15)_3(8,5,15)

Об'єм вибірки за роками (або за півріччями), Nmin=3 (N>M), N= 5

початковий (a) і кінцевий (b) вік для прогнозу.

Розмірність вектору параметрів регресії, N>M>1, Mmin=2; M= 4

Кількість параметрів з 15, k=m-1=3

Вектор номерів інформативних параметрів VN(2-15)

2=>8; 3=>5; 4=>15

Нормуюча кореляційна матриця оцінок вектору регресії

1=> 1.0000 -0.7635 -0.9957 0.8636; 2=> -0.7635 1.0000 0.7104 -0.9846

3=> -0.9957 0.7104 1.0000 -0.8222; 4=> 0.8636 -0.9846 -0.8222 1.0000

Розв'язання системи рівнянь регресії. Середні коефіцієнти регресії:

I[1]= 59.390279; I[2]= -2.710007; I[3]= -1.011768; I[4]= 4.609529

Оцінка вектору \hat{Y} за регресією

$\hat{Y}[1] = 131.72611$ $\hat{Y} \Rightarrow 131.250000$; $\hat{Y}[2] = 147.04199$ $\hat{Y} \Rightarrow 148.083000$

$\hat{Y}[3] = 163.64575$ $\hat{Y} \Rightarrow 162.667000$; $\hat{Y}[4] = 174.48082$ $\hat{Y} \Rightarrow 175.083000$

$\hat{Y}[5] = 187.10569$ $\hat{Y} \Rightarrow 186.917000$

Незміщена оцінка дисперсії: $s^2 = 2.666569$; $s = 1.632963$

СКВ оцінок параметрів регресії

1 \Rightarrow 89.478; 2 \Rightarrow 4.608; 3 \Rightarrow 42.502; 4 \Rightarrow 5.791

Результати дослідження та їх обговорення. Як відомо, середня результативність групи спортсменів залежить, в цілому, нелінійним чином від середніх значень спортивних параметрів $\bar{x}_p(t)$, які в свою чергу є також нелінійними функціями часу t (віку) [1; 5]:

$$\bar{H}(t) = f[\bar{x}_p(t)] = f(x_1(t), x_2(t), \dots, x_p(t)), \quad \bar{x}_p = \bar{x}_p(t), \quad (1)$$

де p – кількість інформативних спортивних параметрів. Залежність (1) називається в подальшому оперативною динамічною характеристикою результативності (ОДХР) (рис. 1, 2). Вона залежить від структури навчально-тренувального процесу, алгоритму тренування, методики тренування і конкретного набору інформативних спортивних параметрів:

$$\bar{H}(t) = \bar{H}(t/\bar{x}_p, \gamma), \quad \gamma = \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \quad (2)$$

де γ_n – умовне позначення параметрів тренувального процесу для n -ної методики підготовки спортсменів. Проведений аналіз великої кількості різноманітних ОДХР показує, що її можна поділити в інтервалі часу (a, b) на три характерні ділянки: $T_1 = (a, t_1)$, $T_2 = (t_1, t_2)$, $T_3 = (t_2, b)$, де T_1 – початкова нелінійна ділянка (17–18 років), T_2 – середня квазілінійна ділянка (19–21 років), T_3 – кінцева нелінійна ділянка ($b > 21$ року), H_γ – деякий граничний результат для даного тренувального процесу γ , H_0 – рекордний результат (у нашому дослідженні – 2 м 50 см), T_γ – потенційний мінімальний період досягнення граничного результату H_γ , $T_\gamma^{(0)}$ – потенційний мінімальний період досягнення рекордного результату H_0 . При цьому ОДХР на початковій і кінцевій ділянках має нелінійний характер, а на середній ділянці – квазілінійний характер. Кількісними показниками ефективності того чи іншого тренувального процесу є наступні величини:

$$H_\gamma, T_\gamma(\bar{x}_p), T_\gamma^{(0)}(\bar{x}_p), \quad (3)$$

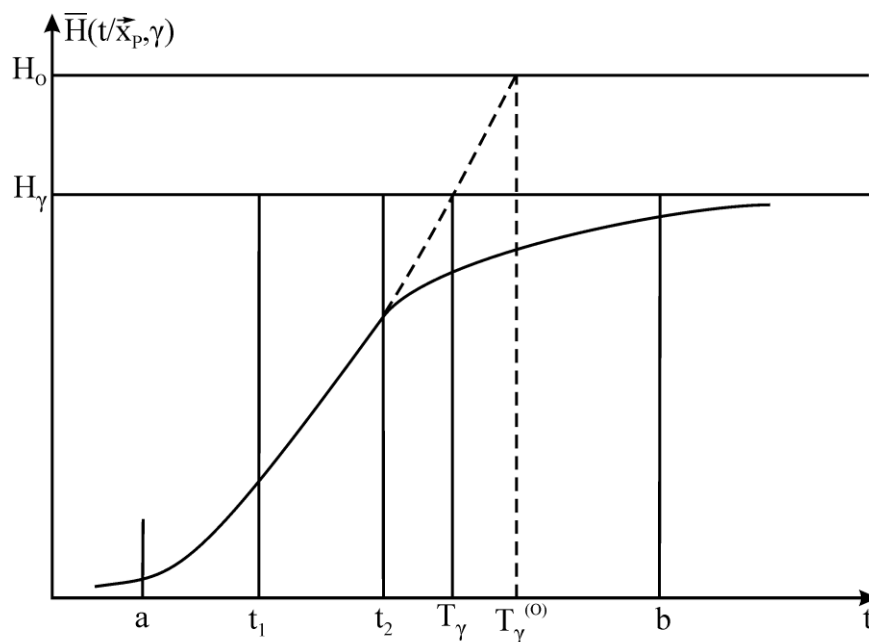


Рис. 1. Загальний вигляд оперативної динамічної характеристики результативності (ОДХР)

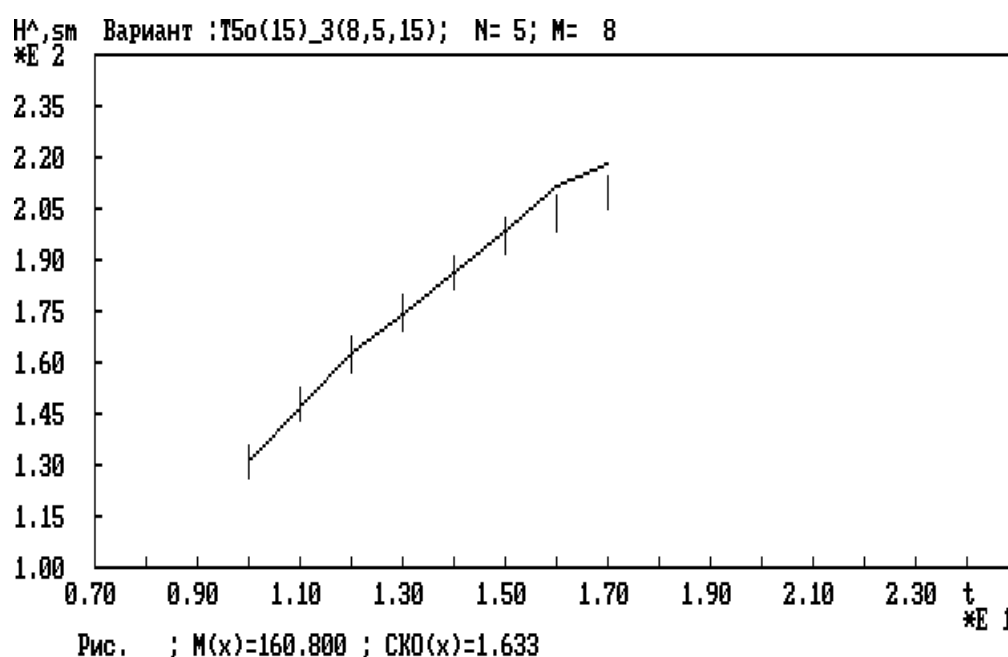


Рис. 2. Оперативна динамічна характеристика результативності для групи стрибунів у висоту

Чим ближче граничний «алгоритмічний» результат H_γ до рекордного результату H_0 і чим менші періоди $T_\gamma, T_\gamma^{(0)}$, тим більш ефективний тренувальний процес γ . У даній роботі основна увага приділяється середній ділянці ОДХР (t_1, t_2) і показнику ефективності $T_\gamma^{(0)}(\bar{x}_p)$ – потенційному мінімальному віковому періоду досягнення рекордного результату.

Необхідно відмітити, що виділення саме лінійної форми ОДХР на середній ділянці підготовки спортсменів є апіорно невизначеним рішенням.

Припущення про допустимість квазілінійного характеру ОДХР на середній ділянці було зроблено в ході експериментального дослідження великої кількості ОДХР і рішення відповідних завдань прогнозу результативності для багатьох вікових груп спортсменів, використанням різних інформативних спортивних параметрів для різних тренувальних процесів. Важливо також відмітити, що в даній роботі ОДХР розглядається як функція багатьох змінних (спортивних параметрів $\bar{x}_p(t)$), а не як проста одновимірна функція часу t .

На початку дослідження, в процесі рішення статистичної задачі лінійної регресії результативності на середній ділянці ОДХР, оцінювалась лінійна апроксимація ОДХР [1]:

$$\bar{H} = h_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_p x_p, \quad (4)$$

і лише після цього оцінювалась одновимірна залежність ОДХР (1) від часу t . При цьому точність лінійної апроксимації ОДХР підвищувалася із збільшенням кількості інформативних спортивних параметрів (p) і як виявилось стала значно вищою, ніж точність простої одновимірної лінійної апроксимації ОДХР [2]:

$$\bar{H}(t) = H_1(t) = H_{10} + \alpha \cdot t, \quad t \in (t_1, t_2), \quad (5)$$

Оцінка максимальної швидкості підвищення результативності і потенційно мінімального часу досягнення рекордних результатів

Згідно визначення (3) для оцінки ефективності навчально-тренувального процесу достатньо оцінити максимальну швидкість підвищення результативності на лінійній ділянці ОДХР:

$$\alpha_{\max} = \max_{t \in (t_1, t_2)} \frac{d\bar{H}(t/\bar{x}_p, \gamma)}{dt}, \quad (6)$$

Якщо вирішити задачу прогнозу (лінійної регресії) результативності за змінами вектора спортивних параметрів $\bar{x}_p(t)$ за інтервалом часу $t \in (t_1, t_2)$, тоді з'являється можливість здійснити відповідну лінійну апроксимацію ОДХР та оцінити максимальну швидкість підвищення результативності:

$$\hat{H} = \hat{H}_0 + \sum_{m=1}^P \hat{\alpha}_m [\bar{x}_P(t)] \cong \hat{h}_0 + \hat{\alpha}_{\max} t \Rightarrow$$

$$\hat{\alpha}_{\max}(t_1, t_2) = \frac{\hat{H}(t_2) - \hat{H}(t_1)}{t_2 - t_1}, \quad (7)$$

Тоді оцінка потенціального мінімального періоду досягнення рекордного результату буде представлена у вигляді:

$$\hat{T}_\gamma^{(0)} = \frac{H_0 - \hat{h}_0}{\hat{\alpha}_{\max}}, \quad (8)$$

Адаптація навчально-тренувального процесу у ході послідовного вирішення завдань прогнозу результативності на лінійній ділянці ОДХР

Для побудови повної ОДХР для навчально-тренувального процесу потрібно, загалом, хоча б один «повний» цикл тренувального процесу певної групи (наприклад, у віці 17–21 років) або декількох груп із тією ж програмою тренувального процесу. Проте, для практики спорту важливим є аналіз швидкості підвищення результативності протягом півроку чи року:

$$\hat{\alpha}_{\max}^*(t) = \hat{\alpha}_{\max}(t_1, t), \quad t = t^{(1)}, t^{(2)}, \dots, t^{(m)}$$

і вона не обов'язково буде монотонно-прогресуючою функцією часу. У випадку, якщо для деякого моменту часу $t^{(m)}$ відбувається порушення монотонності:

$$\hat{\alpha}_{\max}^*(t^{(m+1)}) < \hat{\alpha}_{\max}^*(t^{(m)}), \quad (9)$$

тоді необхідно проаналізувати вихідну багатовимірну залежність ОДХР (4) від найбільш інформативних спортивних параметрів \bar{x}_P і забезпечити досягнення більш високих показників того чи іншого найбільш інформативного і значимого спортивного параметру (наприклад, збільшити на 5% ступінь використання силових можливостей при відштовхуванні, або швидко-кісно-силові параметри, або швидкість розбігу і швидкість вильоту загального центру тяжіння тіла (ЗЦТТ) та ін.). Таким чином можна забезпечити більшу ефективність навчально-тренувального процесу завдяки вирішенню завданч прогнозу результативності групи спортсменів на лінійній ділянці ОДХР.

Висновки. У результаті застосування розробленої методики кількісної оцінки ефективності навчально-тренувального процесу кваліфікованих стрибунів у висоту з розбігу встановлено:

1. Важливою характеристикою навчально-тренувального процесу є так звана оперативна динамічна характеристика результативності (ОДХР) у вигляді залежності від часу середньої результативності (у групі), як функції багатьох змінних – спортивних параметрів. ОДХР можна поділити на три характерні ділянки: початкова – нелінійна, середня – квазілінійна і кінцева – нелінійна.

2. Досить інформативним показником ефективності навчально-тренувального процесу є потенційно мінімальний період досягнення рекордного результату, який обернено пропорційний максимальній швидкості підвищення результативності на лінійній ділянці ОДХР.

3. Оптимізацію навчально-тренувального процесу краще проводити шляхом послідовного вирішення завдань прогнозу результативності для послідовних часових інтервалів, з використанням будь-якої кількості інформативних спортивних параметрів.

4. Підвищення ефективності навчально-тренувального процесу можна забезпечити на основі використання аналізу регресійної формули результативності, як лінійної функції спортивних параметрів та підвищення рівня найбільш інформативних і значущих спортивних параметрів.

Перспективи подальших досліджень. Застосування методики кількісної оцінки ефективності навчально-тренувального процесу кваліфікованих спортсменів різних видів спорту.

Список використаних літературних джерел

1. Ахметов Р. Ф. Прогноз результативности спортсменов на базе статистического факторного анализа и экспертного ранжирования полной совокупности антропометрических, технических и специализированных параметров / Р. Ф. Ахметов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – Харків, 2004. – № 7. – С. 82–95.
2. Ахметов Р. Ф. Повышение точности раннего прогноза результативности спортсменов на базе расширения и динамической интерполяции их информативных спортивных параметров / Р. Ф. Ахметов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – Харків, 2004. – № 17. – С. 48–64.
3. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц / Ф. Р. Гантмахер. – 4-е изд. – М. : Наука, 1988. – 552 с.
4. Крамер Г. Математические методы статистики : пер. с англ. / Г. Крамер ; под ред. А. Н. Колмогорова. – М. : Мир, 1975. – 648 с.
5. Кутек Т. Б. Методика кількісного оцінювання якості навчально-тренувального процесу спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках / Т. Б. Кутек // Молода спортивна наука України : зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 16, т. 1. – С. 138–142.
6. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
7. Попов Г. И. Прогностическое тестирование спортсменов / Г. И. Попов // Современные достижения спортивной науки : тезисы докл. Междунар. конгр. – СПб., 1994. – С. 102.
8. Шестаков М. Управление технической подготовкой в легкой атлетике на основе компьютерного моделирования / М. Шестаков // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 2. – С. 187–196.
9. Шустин Б. Н. Моделирование и прогнозирование в системе спортивной подготовки / Б. Н. Шустин. – М. : СААМ, 1995. – С. 226–237.